



# BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

### COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 15 AVR. 2002

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint Petersburg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (1) 42 93 59 30  
[www.inpi.fr](http://www.inpi.fr)





26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

# BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11354\*01

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 W /250899

<b>REMISE DES PIÈCES</b> DATE 22.05.2001 LIEU 99 N° D'ENREGISTREMENT 0106759 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI 22 MAI 2001		<b>1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE</b> Manufacture Française des Pneumatiques MICHELIN Michel BOLINCHES SGD/LG/PI - F35 - LADOUX 63040 CLERMONT-FERRAND CEDEX 09	
<b>V s références pour ce dossier</b> (facultatif) P10-1357/MB			
<b>C nfirmation d'un dépôt par télécopie</b> <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie			
<b>2 NATURE DE LA DEMANDE</b>		<b>Cochez l'une des 4 cases suivantes</b>	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale		N° _____ Date ____/____/____	
ou demande de certificat d'utilité initiale		N° _____ Date ____/____/____	
Transformation d'une demande de brevet européen		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale		N° _____ Date ____/____/____	
<b>3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)</b> Ressort élastomère de suspension pour véhicule à moteur.			
<b>4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE</b>		Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
<b>5 DEMANDEUR</b>		<input checked="" type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
Nom ou dénomination sociale		Société de Technologie MICHELIN	
Prénoms			
Forme juridique		Société Anonyme	
N° SIREN		4 . 1 . 4 . 6 . 2 . 4 . 3 . 7 . 9	
Code APE-NAF			
Adresse	Rue	23 rue Breschet	
	Code postal et ville	63000	CLERMONT-FERRAND
Pays		FRANCE	
Nationalité		Française	
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			



# BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 2/2

REMISE DES PIÈCES <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Réserve à l'INPI</span> DATE 22.05.2001 LIEU N° D'ENREGISTREMENT 0106759 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		DB 540 W / 260899	
<b>Vos références pour ce dossier :</b> <i>(facultatif)</i>		P10-1357/MB	
<b>6 MANDATAIRE</b>			
Nom			
Prénom			
Cabinet ou Société		Manufacture Française des Pneumatiques MICHELIN	
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		PG 7107 et 7112	
Adresse	Rue	23, place des Carmes Déchaux	
	Code postal et ville	63040	CLERMONT-FERRAND CEDEX 09
N° de téléphone <i>(facultatif)</i>		04 73 10 71 71	
N° de télécopie <i>(facultatif)</i>		04 73 10 86 96	
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>			
<b>7 INVENTEUR (S)</b>			
Les inventeurs sont les demandeurs		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <b>Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée</b>	
<b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b>		<b>Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)</b>	
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Paiement échelonné de la redevance		<b>Paiement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques</b> <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
<b>9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b>		<b>Uniquement pour les personnes physiques</b> <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention <i>(joindre un avis de non-imposition)</i> <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt <i>(joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence)</i> :	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes		1	
<b>10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> <b>(Nom et qualité du signataire)</b> Pour MFPM - Mandataire 422-5/S.020 Michel BOLINCHES - Salarié MFPM		<b>VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI</b> 	

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.



26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

# BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

Page suite N° 1b. / 2..

REMISE DES PIÈCES DATE <u>22.05.2001</u> LIEU <u>99</u> N° D'ENREGISTREMENT <u>0106759</u> NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire	
<b>V s références pour ce dossier (facultatif)</b>		P10-1357/MB	
<b>4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE</b>		Pays ou organisation Date <u>    </u> / <u>    </u> / <u>    </u> N° Pays ou organisation Date <u>    </u> / <u>    </u> / <u>    </u> N° Pays ou organisation Date <u>    </u> / <u>    </u> / <u>    </u> N°	
<b>5 DEMANDEUR</b>			
Nom ou dénomination sociale		MICHELIN Recherche et Technique S.A.	
Prénoms			
Forme juridique		Société Anonyme	
N° SIREN		0 0 0 0 0 0 0 0	
Code APE-NAF		0 0 0	
Adresse	Rue	Route Louis Braille 10 et 12	
	Code postal et ville	1763	GRANGES-PACCOT
Pays		SUISSE	
Nationalité		Suisse	
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			
<b>5 DEMANDEUR</b>			
Nom ou dénomination sociale			
Prénoms			
Forme juridique			
N° SIREN		0 0 0 0 0 0 0 0	
Code APE-NAF		0 0 0	
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Pays			
Nationalité			
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			
<b>10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)</b> Pour MFPM - Mandataire 422-5/S.020 Michel BOLINCHES - Salarié MFPM		<b>VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI</b>	

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire.  
Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI



La présente invention concerne un ressort de suspension élastomère utilisable pour porter la charge d'un véhicule à moteur, qui présente à la fois un fluage réduit et une endurance améliorée en torsion, une articulation de suspension comportant ce ressort et un procédé pour réduire le fluage de ce ressort lorsqu'il est incorporé à ladite articulation sur ledit

5 véhicule.

Pour les articulations de suspension des véhicules automobiles, on utilise d'une manière générale des blocs comportant chacun un ressort élastomère pour une intégration améliorée des fonctions de reprise de charge, d'amortissement et de filtrage des vibrations ou des chocs, par rapport aux roulements ou paliers lisses qui étaient utilisés par le passé. Un

10 dispositif de suspension comportant des ressorts de suspension élastomères présente l'avantage de comporter un nombre total de pièces qui est réduit, notamment du fait qu'il ne comporte pas de bloc de filtrage séparé pour relier un essieu ou un bras de suspension à la caisse du véhicule.

L'utilisation de ces ressorts élastomères permet également de conférer au dispositif de

15 suspension correspondant les degrés de liberté requis, tout en assurant un filtrage satisfaisant, notamment sur le plan acoustique. En outre, on peut conférer à ces ressorts élastomères des fonctions de guidage assez élaborées en maîtrisant leurs déformations sous les sollicitations de service, pour réaliser par exemple des essieux auto-directionnels, c'est-à-dire des essieux qui braquent légèrement le plan des roues sous le seul effet des transferts d'appui, ou pour intégrer

20 un degré de liberté horizontal.

Le document de brevet international WO-A-97/47486 présente un dispositif de suspension dont l'essieu est pourvu de ressorts élastomères de suspension et anti-roulis, qui sont sollicités en torsion. Les ressorts de suspension, qui sont destinés à porter la charge du véhicule, contrôlent le débattement de la roue par rapport à un point d'appui constitué par la

25 caisse du véhicule. Les ressorts anti-roulis contrôlent quant à eux le débattement de la roue (ou du bras portant la roue) par rapport à un point d'appui constitué par la roue opposée (ou le bras opposé, respectivement).

Le document de brevet américain US-A-4 383 074 divulgue une composition de

30 ressort élastomère à base de caoutchouc naturel qui est prévue pour conférer à ce ressort une endurance satisfaisante en fonctionnement dynamique.

Cette composition comprend, selon une quantité inférieure ou égale à 40 pce (pce: parties en poids pour cent parties d'élastomère) une charge renforçante qui est constituée d'un coupage de deux noirs de carbone, l'un étant un noir très fin de grade 200 (noir « ISAF » de grade renforçant) et l'autre étant un noir « grossier » de grade 700 (noir « SRF » de grade non renforçant). Au vu des exemples de réalisation figurant dans ce document, la charge renforçante comprend ledit noir de grade 200 selon une fraction massique supérieure à 45 % et ledit noir de grade 700 selon une fraction massique inférieure à 55 %. Cette charge comporte donc une proportion relativement élevée de noir de carbone de grade renforçant, pour l'obtention de l'endurance précitée.

Cette composition est par ailleurs obtenue au moyen d'un système de réticulation au soufre, avec une quantité de soufre égale à 2,75 pce et un rapport massique soufre/accélérateur de réticulation égal à 2,75.

Le document de brevet américain US-A-5 904 220 divulgue, dans ses exemples de réalisation, une composition de ressort élastomère à base de caoutchouc naturel et qui comprend également une charge renforçante constituée de noir de carbone de grade renforçant. Cette charge renforçante est présente dans ladite composition selon une quantité de 55 pce.

Cette composition est également obtenue au moyen d'un système de réticulation au soufre, avec une quantité de soufre égale à 0,5 pce et un rapport soufre/accélérateurs de réticulation d'environ 0,14.

Aucun de ces documents de brevet ne se rapporte au problème technique du fluage des compositions de ressorts élastomères, qui est un inconvénient majeur des articulations de suspension connues à ce jour et qui se manifeste après leur montage sur les essieux du véhicule, notamment dans les quelques jours de fonctionnement dynamique de ces articulations en torsion (on parle alors de fluage dynamique). Ce fluage se traduit par une évolution de la hauteur de caisse du véhicule au cours du temps.



La demanderesse a découvert d'une manière surprenante qu'une composition de caoutchouc réticulée à base de caoutchouc naturel selon une quantité égale ou supérieure à 60 pce (pce: parties en poids pour cent parties d'élastomère(s) diénique(s)), d'un système de réticulation au soufre comprenant de 0,7 à 1,2 pce de soufre et comprenant au moins un accélérateur de réticulation de sorte que le rapport massique soufre/ accélérateur(s) de réticulation varie de 0,15 à 2,70, et d'une charge comprenant, selon une fraction massique supérieure à 55 % :

- un noir de carbone dont le grade varie de 600 à 900, ladite composition comprenant dans ce cas une quantité totale de charge allant de 10 à 60 pce, ou

- une charge blanche inerte, ladite composition comprenant dans ce cas une quantité totale de charge allant de 10 à 30 pce,

est utilisable pour constituer un ressort de suspension élastomère qui, lorsqu'il est monté entre deux armatures coaxiales pour porter la charge d'un véhicule à moteur, présente avantageusement un fluage dynamique minimisé et une endurance satisfaisante en torsion.

Bien entendu, par l'expression « composition à base de », il faut entendre une composition comportant le mélange et/ou le produit de réaction *in situ* des différents constituants utilisés, certains de ces composés pouvant réagir et/ou étant destinés à réagir entre eux, au moins partiellement, lors des différentes phases de fabrication de la composition.

□ Le caoutchouc naturel peut être utilisé en coupage avec un ou plusieurs autres élastomères diéniques « essentiellement insaturés » dans la composition de caoutchouc selon l'invention, lesquels peuvent être présents selon une quantité inférieure ou égale à 40 pce.

Par élastomère diénique, on entend de manière connue un élastomère (homopolymère ou un copolymère) issu au moins en partie de monomères diènes (monomères porteurs de deux doubles liaisons carbone-carbone, conjuguées ou non).

De manière générale, on entend ici par élastomère diénique "essentiellement insaturé" un élastomère diénique issu au moins en partie de monomères diènes conjugués, cet élastomère ayant un taux de motifs ou unités d'origine diénique (diènes conjugués) qui est supérieur à 15% (% en moles).



Ces définitions étant données, on entend en particulier par élastomère(s) diénique(s) susceptibles d'être utilisés en coupage avec le caoutchouc naturel dans les compositions conformes à l'invention:

- tout homopolymère obtenu par polymérisation d'un monomère diène conjugué ayant de 4 à 12 atomes de carbone;

- tout copolymère obtenu par copolymérisation d'un ou plusieurs diènes conjugués entre eux ou avec un ou plusieurs composés vinylaromatiques ayant de 8 à 20 atomes de carbone;

L'élastomère diénique de la composition conforme à l'invention est par exemple choisi dans le groupe des élastomères diéniques constitué par les polybutadiènes (BR), les polyisoprènes (IR), ou les copolymères de butadiène-styrène (SBR).

De préférence, la composition selon l'invention comprend un coupage :

- de caoutchouc naturel selon une quantité allant de 70 pce à 100 pce, et
- de polyisoprène de synthèse selon une quantité allant de 30 pce à 0 pce.

A titre encore plus préférentiel, la composition selon l'invention comprend uniquement du caoutchouc naturel (c'est-à-dire selon une quantité de 100 pce).

□ Concernant la charge que comprend la composition selon l'invention, elle comprend de préférence, selon une fraction massique supérieure à 70 %, ledit noir de carbone dont le grade varie de 600 à 900 ou ladite charge blanche inerte.

On peut utiliser à titre de charge de la composition selon l'invention un coupage dudit noir de carbone dont le grade varie de 600 à 900 et de ladite charge blanche inerte.

On peut également utiliser à titre de charge de ladite composition, soit ledit noir de carbone dont le grade varie de 600 à 900, soit ladite charge blanche inerte (la fraction massique précitée étant dans ce cas égale à 100 %).

Selon un exemple préférentiel de réalisation de l'invention, ladite charge comprend, selon la fraction massique précitée (supérieure à 55 % ou de préférence à 70 %), ledit noir de carbone de grade 600 à 900 (c'est-à-dire un noir « grossier » d'un grade connu comme étant non renforçant). A titre de tels noirs de carbone qui sont utilisables dans la composition selon l'invention, on peut par exemple citer des noirs de carbone de grade 700, tels que ceux répondant aux dénominations « N772 » ou « N765 ».

De préférence, la charge de ladite composition comprend ce noir de carbone de grade 600 à 900 selon une quantité allant de 40 à 60 pce. On notera qu'une telle quantité de noir de carbone est particulièrement bien adaptée pour conférer une thermo-élasticité satisfaisante à l'articulation correspondante, i.e. qui est représentative d'une variation d'assiette minimisée en fonction des gradients de température auxquels elle est soumise.

Selon une variante de réalisation de l'invention, la charge de la composition selon l'invention comprend, selon la fraction massique précitée (supérieure à 55 % ou de préférence à 70 %), une charge blanche inerte. A titre de charge blanche inerte (c'est-à-dire une charge inorganique peu ou pas renforçante, parfois appelée aussi charge claire inerte), qui est utilisable comme tout ou partie de ladite charge, on utilise par exemple une silice peu renforçante dont les valeurs de surface spécifique BET et CTAB sont proches de 60 m<sup>2</sup>/g, telle que la silice commercialisée sous la dénomination « ULTRASIL 360 ». On peut également utiliser, à titre de charge blanche non renforçante, des argiles, tels que le kaolin, la bentonite, ou des craies, ou encore des oxydes de titane.

La charge de ladite composition peut comprendre cette charge blanche inerte selon une quantité allant de 10 à 30 pce. On notera qu'une telle quantité de charge blanche inerte est particulièrement bien adaptée pour conférer une rigidification à froid satisfaisante à la composition selon l'invention (par rigidification à froid, on entend de manière connue une augmentation de la raideur statique lorsque la température diminue).

Bien entendu, la charge de la composition selon l'invention peut comprendre plusieurs noirs de carbone de grade allant de 600 à 900 et/ou plusieurs charges blanches inertes.

□ Selon un exemple préférentiel de réalisation de l'invention, on utilise à titre de système de réticulation au soufre un système tel que le rapport massique soufre/accélérateur(s) de réticulation varie de 0,15 à 0,50.

On notera que ce domaine préférentiel pour la valeur du rapport soufre/accélérateur(s) permet de minimiser le fluage secondaire de la composition selon l'invention (par fluage secondaire, on entend un fluage de nature chimique dû à l'évolution du réseau de réticulation).

Avantageusement, on utilise, à titre d'activateur de réticulation, le 2-éthylhexanoate de zinc. On notera que cet activateur spécifique permet de minimiser encore le fluage dynamique du ressort élastomère constitué par la composition selon l'invention.

Le ressort élastomère selon l'invention est par exemple obtenu :

- par un mélangeage par travail thermo-mécanique des divers constituants de la composition de caoutchouc selon l'invention, qui est réalisé en une ou plusieurs étapes dans un mélangeur interne, suivi
- d'une réticulation de la composition réticulable ainsi obtenue dans un moule à injection, selon les techniques connues de l'homme du métier.

Selon une autre caractéristique de l'invention, ladite composition réticulée présente un module dynamique en cisaillement  $G^*$  à 100 % de déformation, mesuré selon la norme ASTM D 5992-96 à une température de 23° C et à une fréquence de 10 Hz selon la norme ASTM D 1349-99, qui appartient à un domaine allant de 0,5 MPa à 5,5 MPa.

La présente invention a également pour objet une articulation de suspension d'un véhicule à moteur, ladite articulation étant destinée à porter la charge dudit véhicule et étant constituée de deux armatures sensiblement cylindriques et concentriques qui sont reliées entre elles par un ressort de suspension élastomère.

Selon l'invention, cette articulation est telle que ledit ressort de suspension est tel que défini précédemment.

La présente invention a également pour objet un procédé pour réduire le fluage d'un ressort de suspension élastomère utilisable pour porter la charge d'un véhicule à moteur, lorsque ledit ressort est monté entre deux armatures coaxiales en vue de porter la charge d'un véhicule à moteur, ledit ressort étant constitué d'une composition de caoutchouc réticulée.

Selon l'invention, ce procédé consiste essentiellement à mélanger par travail thermo-mécanique :

- un ou plusieurs élastomères diéniques, qui comprennent du caoutchouc naturel selon une quantité égale ou supérieure à 60 pce,
- une charge qui comprend, selon une fraction massique supérieure à 55 % :

un noir de carbone dont le grade varie de 600 à 900, ladite charge étant dans ce cas présente dans la composition selon une quantité allant de 10 à 60 pce, ou

une charge blanche inerte, ladite charge étant dans ce cas présente dans ladite composition selon une quantité allant de 10 à 30 pce, et

- 5 - un système de réticulation au soufre comprenant au moins un accélérateur de réticulation, ledit système de réticulation comprenant de 0,7 à 1,2 pce de soufre et étant tel que le rapport massique soufre/ accélérateur(s) de réticulation varie de 0,15 à 2,70.

10 Les caractéristiques précitées de la présente invention, ainsi que d'autres, seront mieux comprises à la lecture de la description suivante de plusieurs exemples de réalisation de l'invention, donnés à titre illustratif et non limitatif, ladite description étant réalisée en relation avec les dessins joints, dans lesquels :

La Fig. 1 est une vue en coupe d'un dispositif de suspension arrière de véhicule  
15 comprenant des articulations à ressort élastomère assurant notamment la fonction de ressort de suspension et de ressort anti-roulis,

la Fig. 2 est une vue en coupe selon le plan II-II de la Fig. 1 dudit dispositif de suspension,

la Fig. 3 est une vue en coupe selon le plan de la Fig. 1 d'un exemple d'une  
20 articulation de suspension à ressort élastomère,

la Fig. 4 est une vue schématique d'un dispositif pour mesurer le fluage statique et la thermo-élasticité statique d'un ressort élastomère selon l'invention à l'intérieur de l'articulation correspondante, et

la Fig. 5 est une vue schématique d'un dispositif pour mesurer le fluage dynamique et  
25 l'endurance d'un ressort selon l'invention à l'intérieur de l'articulation correspondante.

Les Figs. 1 et 2 représentent un dispositif de suspension arrière 1 d'un véhicule à moteur, dont on peut trouver une description plus complète dans le document de brevet W0-A-97/47486. Les articulations 2, 2', qui exercent une fonction de ressort portant la charge, sont  
30 fixées à la caisse du véhicule par l'intermédiaire de supports 4, 4' et maintiennent les bras de suspension 5, 5' qui portent les fusées 6, 6', lesquelles portent les roues 7, 7'. Les articulations

8, 9 ayant la fonction anti-roulis maintiennent les profils 10, 11 rigidement solidaires des bras 5, 5' dans une position mutuelle sensiblement concentrique, et elles résistent élastiquement à leur rotation relative.

A la Fig. 3, on a représenté de manière schématique une articulation utilisable dans le dispositif des Figs. 1 et 2. Cette articulation 2, 2', 8, 9 est constituée de deux armatures 12, 13 sensiblement cylindriques et concentriques, qui sont reliées entre elles par un ressort élastomère 14, déformable et sollicité en torsion autour de son axe 20, 20', 21.

On a mesuré les propriétés mécaniques de chaque ressort élastomère 14 selon l'invention de la manière suivante.

#### I/ Fluage statique :

En référence à la Fig. 4, on a mesuré le fluage statique de chaque ressort élastomère 14 selon l'invention entre un axe 12' et une bague 13' sur lesquels il est monté par emmanchement, ces derniers étant respectivement prévus pour former lesdites armatures interne et externe d'une articulation de suspension 2.

A cet effet, on a réalisé au moyen du dispositif 20 de la Fig. 4 des essais en torsion sur chaque articulation de suspension 2 ainsi obtenue, de telle manière que le ressort 14 correspondant puisse seulement se mouvoir en torsion axiale, c'est-à-dire selon un seul degré de liberté (à cet effet, l'axe 12' est mobile en torsion et la bague 13' est reliée à un bâti 21 du dispositif 20 de manière à être bloquée en rotation).

Ce dispositif 20 comporte essentiellement un moyen de déplacement 22 en torsion de l'axe 12', qui est destiné à simuler les contraintes appliquées au ressort élastomère 14 sur un véhicule en service, et un capteur 23 destiné à détecter la variation de côte (assimilable à une « assiette ») de l'articulation 2 du fait du fluage statique du ressort 14, en réponse à la torsion dudit axe 12'. La côte de montage initiale de l'articulation 2 (assiette de départ) est fixée par étalonnage.

Ce moyen de déplacement 22 comporte une charge 24 qui est montée à l'extrémité d'un bras 25 de 1 m de long, et dont le poids présente une valeur nominale donnée (représentative de la charge à laquelle est soumise une articulation 2 sur un véhicule contenant

deux personnes et le plein de carburant, charge équivalent à 185 daN selon un exemple de réalisation). On mesure en fonction du temps l'évolution de l'assiette de l'articulation 2 à 250 mm dudit axe 12'.

On a réalisé ces mesures d'assiette pendant une durée de 24 heures, et à une  
5 température constante de 20° C.

Chaque essai réalisé a consisté à mesurer, à partir de la caractéristique graphique de l'assiette (en mm) en fonction du temps t (en heures), une pente de fluage (en % par décade) pour chaque articulation 2 testée, dans deux configurations différentes.

Une première configuration est caractérisée par une mise en charge progressive de  
10 l'articulation 2 (pendant une durée de 30 secondes environ), pour l'obtention de ladite valeur de contrainte nominale appliquée à l'articulation 2 par la charge 24 (configuration d'essai « nominale » ci-après), valeur maintenue pendant les 24 heures précitées.

Une seconde configuration est caractérisée par une mise en charge initiale de l'articulation 2, effectuée préalablement à la mise en charge précitée à contrainte nominale.  
15 Cette mise en charge initiale est réalisée par l'application d'une contrainte prédéterminée correspondant sensiblement à la déformation maximale dont le ressort 14 peut être le siège en service, c'est-à-dire en limite de compression maximale sur un véhicule (configuration d'essai « pré-déformé » ci-après), puis par un relâchement de cette contrainte prédéterminée avant de réaliser ladite mise en charge à contrainte nominale pendant les 24 heures précitées.

20 On pourra se reporter à la demande de brevet américain n° 09/677219, dont le contenu est incorporé par référence, pour une description détaillée relative à ladite contrainte prédéterminée correspondant à la déformation maximale du ressort 14 en service.

La pente de fluage précitée a été calculée à partir d'un graphique représentatif de  
25 l'évolution de l'assiette (ordonnée Y en mm) en échelle semi-logarithmique, c'est-à-dire en fonction de l'abscisse  $X = \log_{10}(1+t)$ , au moyen de l'équation :

$$\text{Pente} = (100 \times A) / (B - C)$$

A et B représentant respectivement le coefficient directeur et l'ordonnée à l'origine de  
30 la droite d'équation  $Y = A X + B$  qui caractérise globalement ce graphique,  
et C représentant la valeur initiale précitée de l'assiette (mm).

## II/ Fluages statique et dynamique :

En référence à la Fig. 5, on a mesuré le fluage dynamique de chaque ressort élastomère 14 selon l'invention entre un axe 12' et une bague 13' sur lesquels il est monté par emmanchement, à l'instar de l'articulation 2 du paragraphe I/ précité.

A cet effet, on a réalisé au moyen du dispositif 30 de la Fig. 5 des essais en torsion sur chaque articulation de suspension 2 ainsi obtenue, de telle manière que le ressort 14 correspondant puisse se mouvoir en torsion (à cet effet, l'axe 12' est mobile en torsion et la bague 13' est reliée au bâti 31 du dispositif 30 de manière à être bloquée en rotation).

Ce dispositif 30 comporte essentiellement un moyen de déplacement 32 en torsion de l'axe 12', qui est destiné à simuler les contraintes dynamiques appliquées au ressort élastomère 14 sur un véhicule en service, et un capteur (non représenté) destiné à détecter la variation de côte ou « assiette » de l'articulation 2, en réponse à la torsion dudit axe 12'. La côte de montage initiale de l'articulation 2 (assiette de départ) est fixée par étalonnage.

Le moyen de déplacement 32 comporte une biellette 34 qui est reliée, à l'une de ses extrémités, à un portique mobile 35 monté sur le bâti 31 et, à son autre extrémité, à un bras 36 qui est lui-même relié à l'axe 12' de l'articulation 2. Ce moyen de déplacement 32 est commandé par un vérin 37 à course linéaire qui est relié au bâti 31.

Pour chacune des mesures réalisées au moyen de ce dispositif 30, on procède à une mise en charge initiale de l'articulation 2 jusqu'à une position « choc » de déformation maximale en compression (par analogie avec la configuration « pré-déformée » du paragraphe I/), puis à un relâchement de cette contrainte jusqu'à l'application d'une charge nominale de 185 daN, laquelle est exercée pendant une durée de 3 heures.

On relève pendant ces 3 heures l'évolution de l'assiette de l'articulation 2, sous cette charge nominale.

Puis, pendant 13 heures, on soumet chaque articulation 2 à des cycles de sollicitations dynamiques qui présentent chacun une durée de 30 minutes, de manière à correspondre à un signal réel mesuré sur route, et qui se terminent par une application de ladite charge nominale pendant 10 minutes pour le fluage. On soumet enfin chaque articulation 2 à ladite charge nominale pendant une durée de 4 heures, suite aux cycles dynamiques précités.

Chaque essai réalisé a consisté à mesurer, à partir de la caractéristique graphique de l'assiette (en mm) en fonction du temps  $t$  (en secondes), une pente de fluage (en % par décade) pour chaque articulation 2 testée.

D'une manière analogue à celle décrite au paragraphe I/ précédent pour le calcul de la pente de fluage statique, on obtient, à partir d'un graphique représentatif de l'évolution de l'assiette (mm) en échelle semi-logarithmique, les pentes de fluage statique et de fluage dynamique, cette dernière ayant été mesurée pendant les temps d'arrêt desdites sollicitations dynamiques.

### 10 III/ Endurance en torsion :

Toujours en référence à la Fig. 5, on a mesuré l'endurance (c'est-à-dire la durée de vie) de chaque ressort élastomère 14 selon l'invention entre un axe 12' et une bague 13' sur lesquels il est monté par emmanchement, à l'instar des articulations 2 des paragraphes I/ et II/ précités.

A cet effet, on a réalisé simultanément au moyen du dispositif 30 de la Fig. 5 des essais en torsion sur trois articulations de suspension 2 juxtaposées, comme détaillé au paragraphe II/, de manière à pouvoir suivre l'évolution des paramètres d'effort et de déformation.

20 Pour chacune des mesures réalisées, on procède à une mise en charge initiale de chaque articulation 2 jusqu'à une position « choc » de déformation maximale; puis à un relâchement de cette contrainte jusqu'à l'obtention d'une assiette dite nominale (cette dernière correspondant à la position géométrique d'un essieu pour une charge de roulage de 185 daN comprenant deux personnes dans le véhicule et le plein de carburant), laquelle assiette est maintenue pendant une durée de 10 secondes où l'on mesure l'effort sur chaque articulation 2.

25 Les trois cycles de faible débattement qui sont réalisés permettent d'obtenir une caractéristique graphique de raideur (effort/ débattement) pour chaque articulation 2.

On applique mille cycles « choc/ rebond » aux articulations 2 (par « choc », on entend la course maximale de débattement en compression et par « rebond », on entend la course maximale de détente possible pour l'essieu incorporant ces articulations 2), le dernier cycle 30 étant destiné à fournir une mesure de raideur sous un grand débattement.



Puis on soumet les articulations 2 à une temporisation de 10 secondes, jusqu'à leur rupture.

On stoppe les mesures en fonction des valeurs minimales d'effort à atteindre en position « choc ».

5 On obtient une caractéristique graphique (en échelle semi-logarithmique) de la perte d'effort (daN) en fonction du nombre de cycles « choc/ rebond » et, en procédant à une interpolation linéaire de la partie initiale de cette caractéristique, on considère que les articulations 2 sont en fin de vie lorsque l'écart entre la courbe réelle et la droite d'interpolation est supérieur à 5 %.

10

#### IV/ Thermo-élasticité statique :

En référence à la Fig. 4, on a cherché à simuler la variation de l'assiette d'un véhicule qui est induite par un gradient de température en testant, entre 40° C et -20° C et sous une charge statique constante, des ressorts élastomères 14 selon l'invention au sein d'articulations 2 telles que décrites aux paragraphes précédents.

15

A cet effet, on a réalisé au moyen dudit dispositif 20 de la Fig. 4, qui est en outre pourvu d'une enceinte thermique pour l'établissement d'une température pendant un intervalle de temps donné, des essais en torsion sur chaque articulation de suspension 2 ainsi obtenue (voir paragraphe I/ pour une description de ce dispositif 20).

20

Pour chacune des mesures réalisées en référence à une valeur de température déterminée, on procède à une mise en charge initiale de chaque articulation 2 jusqu'à une position de déformation maximale, puis à un relâchement de cette contrainte jusqu'à l'obtention d'une assiette correspondant à la charge nominale de 185daN, laquelle assiette est maintenue pendant une durée de 17 heures où l'on mesure l'effort sur chaque articulation 2.

25

A partir d'une caractéristique graphique de l'assiette (en mm) en fonction de la température établie, on obtient une pente de variation d'assiette entre 40° C et -20° C (calculée en % par décade de ° C par linéarisation de cette caractéristique).

#### V/ Raideurs :

On détermine une raideur dite « statique »  $K_s$  à une déformation relativement élevée allant de 10 à 200 % en cisaillement et à faible fréquence, par une mesure de rigidité dynamique en cisaillement à 15 Hz avec une déformation de crête à crête d'environ 100 %.

On détermine une raideur « dynamique »  $K_d$  à faible déformation allant de 0,1 à 2 % en cisaillement et à une fréquence de 150 Hz (l'articulation 2 absorbera d'autant mieux les vibrations acoustiques que les valeurs de la raideur  $K_s$  et du rapport  $K_d/K_s$  seront plus réduites).

#### VI/ Propriétés dynamiques :

Les modules de cisaillement  $G^*$  des ressorts élastomères 14 selon l'invention sont mesurés sur une machine « SCHENCK » selon la norme ASTM D 5992-96, à une température de 23° C et à une fréquence de 10 Hz selon la norme ASTM D 1349-99.

On effectue un balayage en amplitude de déformation de 0,1 à 100 % (cycle « aller »), puis de 100 à 0,1 % (cycle « retour »).

**Exemples de ressorts élastomères « témoin » et selon l'invention et  
d'articulations incorporant ces ressorts**

5 On a préparé cinq ressorts élastomères « témoin » RT1 à RT5 et trois ressorts élastomères selon l'invention RI1, RI2 et RI3, respectivement au moyen de compositions de caoutchouc « témoin » T1 à T5 et selon l'invention I1, I2 et I3. Les formulations de ces compositions sont les suivantes (pce : parties en poids pour 100 parties d'élastomère(s)):

10

Composition T1 :

15

Caoutchouc naturel	100
Noir de carbone N765	11
Anti-oxydant	2
Cire anti-ozone	2
ZnO	6,5
Acide stéarique	2
soufre	2,5
accélérateurs vulcanisation (type 1)	1,5

20

Composition T2 :

25

Caoutchouc naturel	100
Noir de carbone N765	45
Anti-oxydant	2
Cire anti-ozone	2
ZnO	6,5
Acide stéarique	2
soufre	2,5
accélérateurs vulcanisation (type 1)	1,5

30

Composition T3 :

	Caoutchouc naturel	70
5	Polybutadiène	30
	Silice « Ultrasil 360 »	25
	Agent couplage « Si69 »	2,5
	Anti-oxydant	2
	Cire anti-ozone	2
10	ZnO	6,5
	Acide stéarique	2
	soufre	2,5
	accélérateurs vulcanisation (type 1)	2,2

15

Composition T4 :

	Caoutchouc naturel	100
	Noir de carbone N330	10
20	Anti-oxydant	2
	Cire anti-ozone	2
	ZnO	6,5
	Acide stéarique	2
	soufre	1,1
25	accélérateurs vulcanisation (type 1)	3,9

Composition T5 :

5	Caoutchouc naturel	70
	Polybutadiène	30
	Silice « Ultrasil 360 »	48
	Agent couplage « Si69 »	4
	Anti-oxydant	2
10	Cire anti-ozone	2
	ZnO	6,5
	Acide stéarique	2
	soufre	0,8
	accélérateurs vulcanisation (type 1)	2,8

15

Composition I1 :

20	Caoutchouc naturel	100
	Noir de carbone N772	19
	Anti-oxydant	3
	Cire anti-ozone	2
	ZnO	10
25	2-éthylhexanoate de zinc	2
	soufre	0,80
	accélérateurs vulcanisation (type 2)	2,80

Composition I2 :

5	Caoutchouc naturel	70
	Polyisoprène de synthèse	30
	Noir de carbone N765	45
	Anti-oxydant	3
	Cire anti-ozone	2
10	ZnO	6,50
	2-éthylhexanoate de zinc	2
	soufre	1,10
	accélérateurs vulcanisation (type 2)	3,90

Composition I3 :

15	Caoutchouc naturel	70
	Polybutadiène	30
	Silice « Ultrasil 360 »	25
	Anti-oxydant	3
	Cire anti-ozone	2
20	ZnO	6,5
	2-éthylhexanoate de zinc	2
	soufre	0,8
	accélérateurs vulcanisation (type 1)	2,8

25

Avec :

anti-oxydant : N-(1,3-diméthyl butyl)-N'-phényl-p-phénylènediamine (6PPD) ;accélérateurs type 1 : n-oxy-diéthylène-benzothiazyl-2-sulfonamide (NOBS) et

Zinc-dibutylphosphorodithioate « ZBPD » ;

30

accélérateurs type 2 : n-oxy-diéthylène-benzothiazyl-2-sulfonamide (NOBS) et  
tétrabenzyl thiuramdisulfure (TBZTD).

Par ailleurs, les modules dynamiques  $G^*$  à 100 % de déformation de ces compositions sont les suivants :

Compositions	T1	T2	T3	T4	T5	I1	I2	I3
Modules $G^*$ (MPa)	0,65	1,35	0,89	0,65	1,50	0,65	1,40	0,80

5 On a obtenu chaque articulation comportant le ressort élastomère RT1 à RT5 et RI1, RI2, et RI3 par un mélangeage par travail thermo-mécanique des divers constituants de la composition correspondante dans un mélangeur interne, suivi d'une réticulation de cette composition entre les deux armatures cylindriques 12 et 13 précitées (voir Fig. 3) dans un moule à injection.

10

- Les dimensions radiales de chaque articulation incorporant le ressort RT1 à RT5 ou RI1, RI2, RI3 correspondant (voir ressort 14 à la Fig. 3) sont les suivantes :

15

Diamètre armature intérieure 13 :	55 mm
Diamètre intérieur ressort 14 :	63 mm
Diamètre extérieur ressort 14 :	109 mm
Diamètre armature extérieure 12 :	114 mm

- Les dimensions axiales des articulations incorporant respectivement les ressorts RT1, RT3, RT4 et RI1 sont les suivantes :

20

Hauteur armature intérieure 13 :	115 mm
Hauteur intérieure ressort 14 :	100 mm
Hauteur extérieure ressort 14 :	75 mm
Hauteur armature extérieure 12 :	92 mm.

- Les dimensions axiales des articulations incorporant respectivement les ressorts RT2, RT5 et RI2, RI3 sont les suivantes (réduites de moitié par rapport aux précédentes) :

25

Hauteur armature intérieure 13 :	57,5 mm
Hauteur intérieure ressort 14 :	50 mm
Hauteur extérieure ressort 14 :	38,5 mm
Hauteur armature extérieure 12 :	46 mm.

**Propriétés mécaniques des ressorts « témoin » et selon l'invention précités**

5 Le tableau ci-après rend compte des principaux résultats obtenus pour chacune de ces articulations incorporant les ressorts élastomères RT1 à RT5 et RI1 à RI3, concernant :

- le fluage statique mesuré dans ladite configuration d'essai « nominale » et dans ladite configuration d'essai « pré-déformé » (voir paragraphe I/ ci-dessus) ;
  - le fluage dynamique mesuré dans ladite configuration d'essai « pré-déformé » (voir
- 10 paragraphe II ci-dessus) ;
- l'endurance (nombre de cycles défini au paragraphe III/ ci-dessus) ;
  - la thermo-élasticité statique (voir paragraphe IV/ ci-dessus) ; et
  - les raideurs statiques et dynamiques Ks et Kd (voir paragraphe V/ ci-dessus).

15

Ressort utilisé	Fluage statique nominal (% / décade)	Fluage statique pré-déformé (% / décade)	<b>Fluage dynamique pré-déformé (% /décade)</b>	Endurance en torsion (K cycles)	Thermo- élasticité statique (variation assiette en % / 10° C)	Raideur statique Ks (à 15 Hz, en N/mm)	Raideur dynamique Kd (à 150 Hz, en N/mm)
RT1	1,99	1,52	<b>2,66</b>	24000	2,42	4526	4870
RT2	3,81	1,62	<b>2,27</b>	171000	1,44	4423	5739
RT3	2,19	0,83	<b>3,93</b>	38000	2,24	3050	3692
RT4	2,90	1,69	<b>3,29</b>	16400	2,50	4820	5050
RT5	2,32	1,13	<b>1,14</b>	Rupture articulation	2,30	4435	5164
RI1	3,33	2,02	<b>1,86</b>	48000	2,29	5966	6779
RI2	1,77	0,88	<b>1,15</b>	57000	1,59	4228	5220
RI3	1,55	0,72	<b>1,36</b>	21500	2,47	4728	5180



Ce tableau montre que les ressorts élastomères RI1, RI2 ou RI3 inclus dans les articulations selon l'invention, qui comprennent à titre de charge un noir de carbone non renforçant ou une silice grossière, une quantité de soufre comprise entre 0,7 et 1,2 pce et un rapport massique soufre/ accélérateurs compris entre 0,15 et 2,70, présentent à la fois un fluage dynamique minimisé entre les armatures desdites articulations, ainsi qu'une endurance satisfaisante à la torsion, contrairement aux ressorts « témoin » RT1 à RT5.

On notera que l'utilisation du 2-éthylhexanoate de zinc, à titre d'activateur de réticulation, contribue à minimiser le fluage dynamique de ces ressorts élastomères RI1, RI2 et RI3 selon l'invention.

On notera en outre que la quantité de 45 pce de noir de carbone non renforçant qui est utilisée dans le ressort RI2 selon l'invention confère à l'articulation correspondante une thermo-élasticité satisfaisante, du fait de la variation d'assiette minimisée que ladite articulation présente en fonction des gradients de température appliqués.

## REVENDEICATIONS

- 1) Ressort de suspension élastomère (14) utilisable pour porter la charge d'un véhicule à moteur et constitué d'une composition de caoutchouc réticulée à base :
- 5 (pce: parties en poids pour cent parties d'élastomère(s) diénique(s))
- de caoutchouc naturel selon une quantité égale ou supérieure à 60 pce,
  - d'une charge, et
  - d'un système de réticulation au soufre comprenant au moins un accélérateur de réticulation, caractérisé en ce que ladite charge comprend, selon une fraction massique supérieure à 55 % :
- 10 - un noir de carbone dont le grade varie de 600 à 900, ladite composition comprenant dans ce cas une quantité totale de charge allant de 10 à 60 pce, ou
- une charge blanche inerte, ladite composition comprenant dans ce cas une quantité totale de charge allant de 10 à 30 pce,
- 15 ledit système de réticulation comprenant de 0,7 à 1,2 pce de soufre et étant tel que le rapport massique soufre/ accélérateur(s) de réticulation varie de 0,15 à 2,70.
- 2) Ressort de suspension élastomère (14) selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit rapport massique soufre/ accélérateur(s) de réticulation varie de 0,15 à 0,50.
- 20 3) Ressort de suspension élastomère (14) selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que ladite charge comprend, selon une fraction massique supérieure à 70 %, ledit noir de carbone dont le grade varie de 600 à 900 ou ladite charge blanche inerte.
- 4) Ressort de suspension élastomère (14) selon une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce
- 25 que ladite charge comprend un coupage dudit noir de carbone dont le grade varie de 600 à 900 et de ladite charge blanche inerte.
- 5) Ressort de suspension élastomère (14) selon une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce
- 30 que ladite charge est constituée dudit noir de carbone dont le grade varie de 600 à 900 ou de ladite charge blanche inerte.

6) Ressort de suspension élastomère (14) selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite charge est présente dans ladite composition selon une quantité totale allant de 40 à 60 pce, lorsqu'elle comprend à titre majoritaire ledit noir de carbone.

5 7) Ressort de suspension élastomère (14) selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit système de réticulation comprend en outre, à titre d'activateur de réticulation, le 2-éthylhexanoate de zinc.

8) Ressort de suspension élastomère (14) selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite composition comprend :

10 - du caoutchouc naturel selon une quantité allant de 70 pce à 100 pce, et  
- du polyisoprène de synthèse selon une quantité allant de 30 pce à 0 pce.

9) Ressort de suspension élastomère (14) selon la revendication 8, caractérisé en ce que ladite composition comprend du caoutchouc naturel selon une quantité de 100 pce.

15

10) Ressort de suspension élastomère (14) selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite composition réticulée présente un module dynamique en cisaillement  $G^*$  à 100 % de déformation, mesuré selon la norme ASTM D 5992-96 à une température de 23° C et à une fréquence de 10 Hz selon la norme ASTM D 1349-99, qui appartient à un domaine allant de 0,5 MPa à 5,5 MPa.

20

11) Articulation de suspension (2, 2') d'un véhicule à moteur, ladite articulation (2, 2') étant destinée à porter la charge dudit véhicule et étant constituée de deux armatures (12, 13) sensiblement cylindriques et concentriques qui sont reliées entre elles par un ressort de suspension élastomère (14), caractérisée en ce que ledit ressort (14) est tel que défini à l'une des revendications précédentes.

25



12) Procédé pour réduire le fluage d'un ressort de suspension élastomère (14) utilisable pour porter la charge d'un véhicule à moteur, lorsque ledit ressort (14) est monté entre deux armatures coaxiales (12 et 13) en vue de porter la charge d'un véhicule à moteur, ledit ressort (14) étant constitué d'une composition de caoutchouc réticulée, caractérisé en ce qu'il consiste  
5 essentiellement à mélanger par travail thermo-mécanique :

- un ou plusieurs élastomères diéniques, qui comprennent du caoutchouc naturel selon une quantité égale ou supérieure à 60 pce (pce: parties en poids pour cent parties d'élastomère(s) diénique(s)),

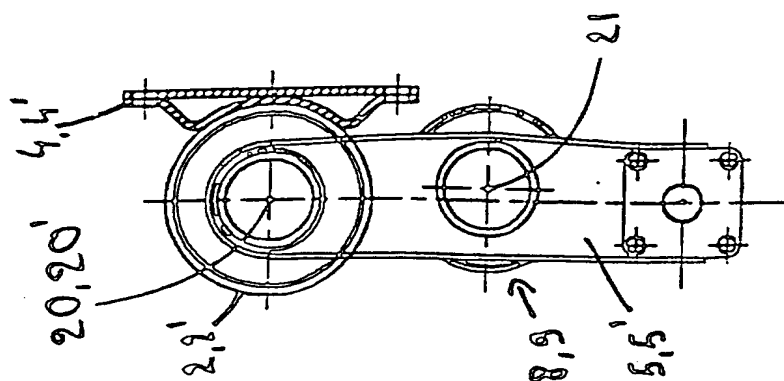
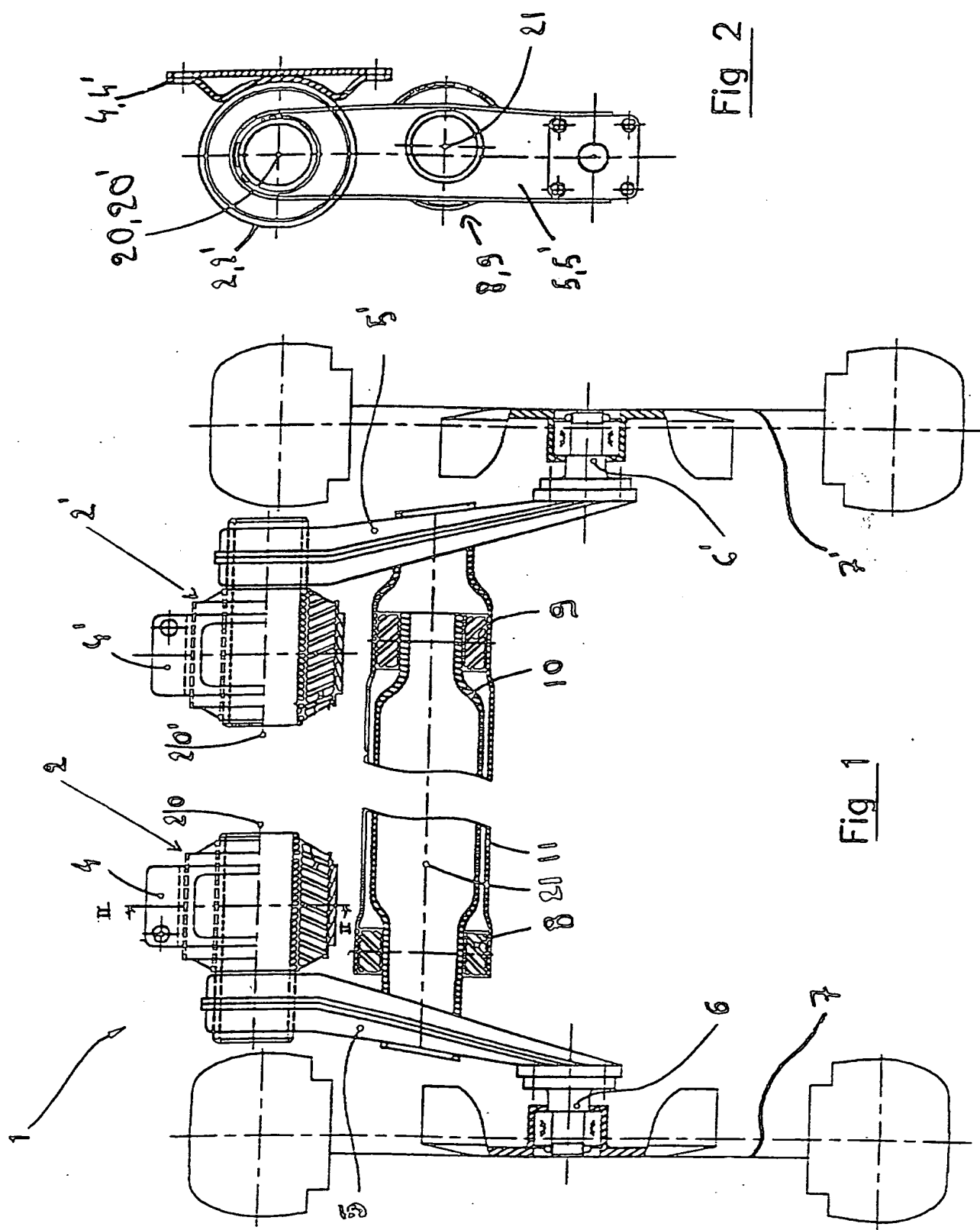
- une charge qui comprend, selon une fraction massique supérieure à 55 % :

10 un noir de carbone dont le grade varie de 600 à 900, ladite charge étant dans ce cas présente dans la composition selon une quantité allant de 10 à 60 pce, ou

une charge blanche inerte, ladite charge étant dans ce cas présente dans ladite composition selon une quantité allant de 10 à 30 pce, et

- un système de réticulation au soufre comprenant au moins un accélérateur de réticulation,

15 ledit système de réticulation comprenant de 0,7 à 1,2 pce de soufre et étant tel que le rapport massique soufre/ accélérateur(s) de réticulation varie de 0,15 à 2,70.



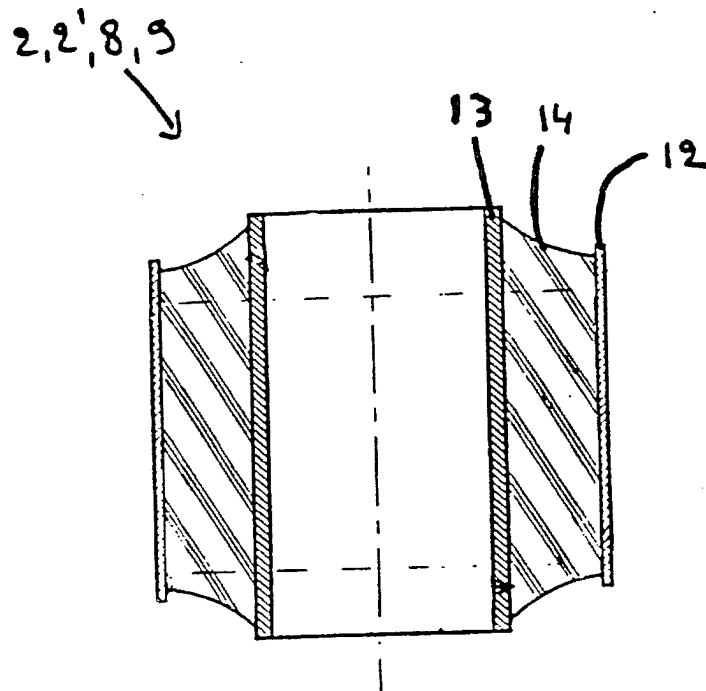


Fig 3

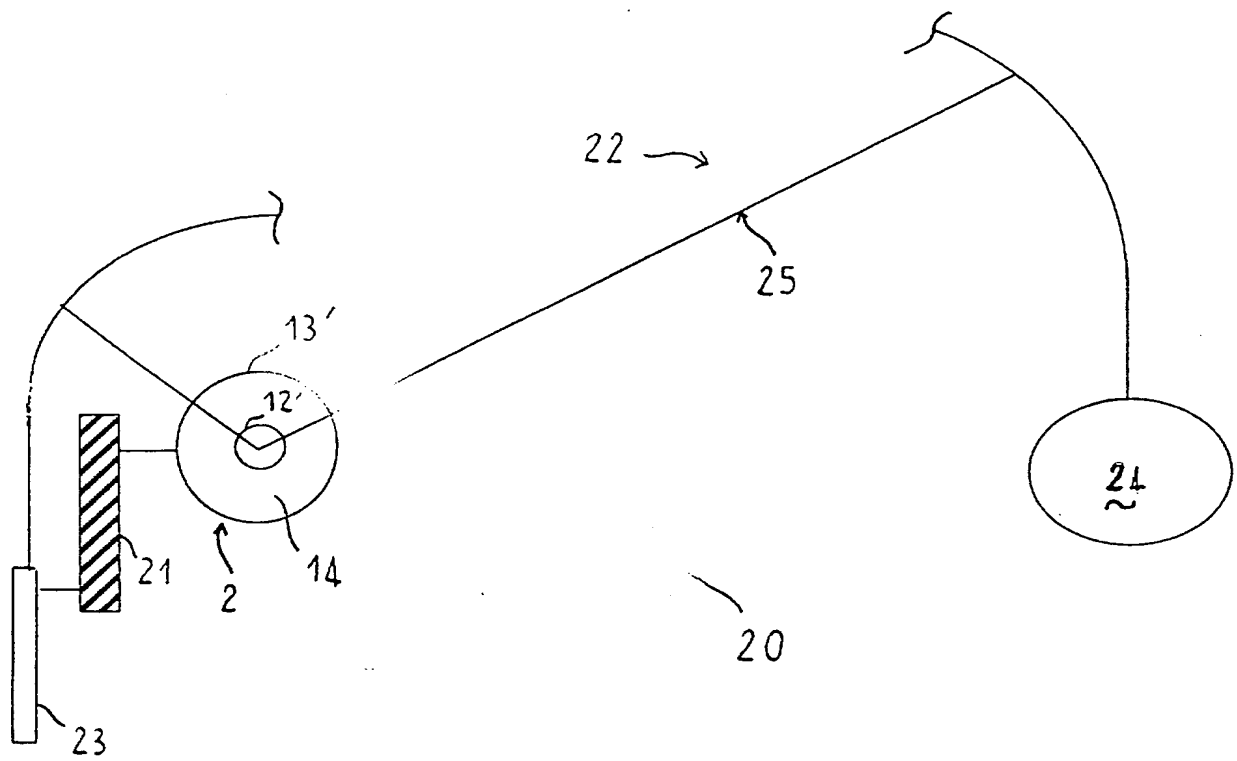


Fig. 4

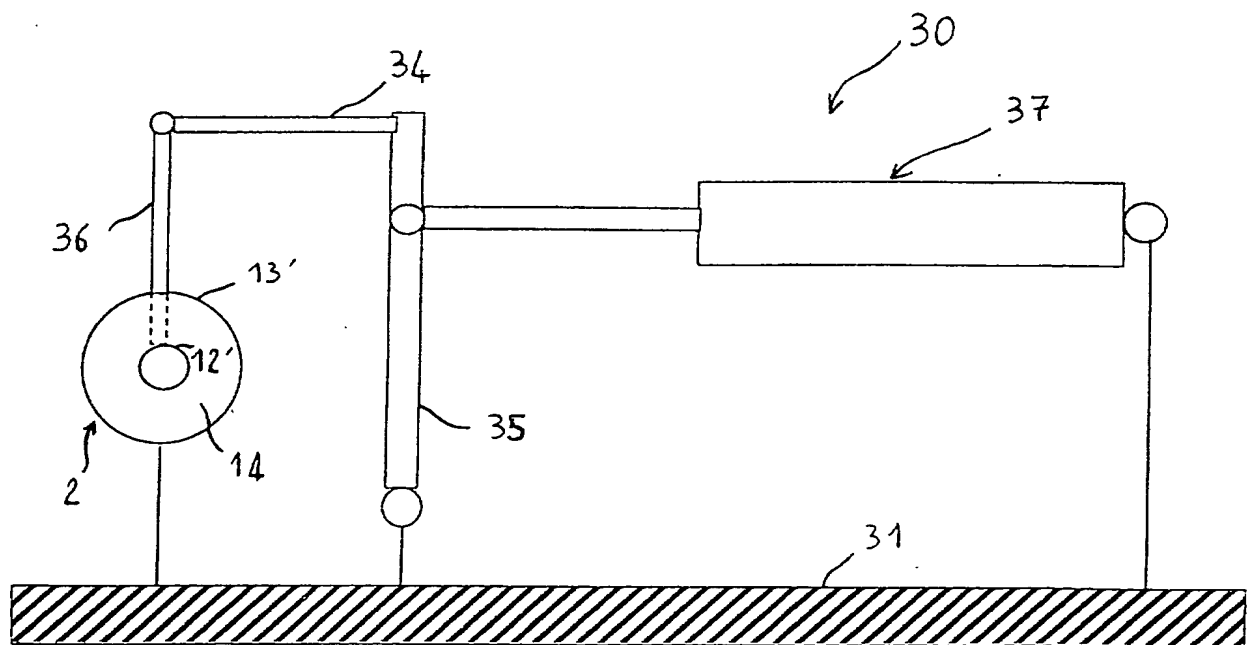


Fig. 5

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**